

基于优化 Dijkstra 算法的物流配送系统设计

戴 磊^{1,2}, 马小平², 姜代红^{1,2}

(1 徐州工程学院 信电学院, 江苏 徐州 221008; 2 中国矿业大学 信电学院, 江苏 徐州 221116)

摘 要: 针对物流配送的关键技术进行分析讨论, 阐述了物流配送实时监控的实现过程. 分析了路径寻优中的传统 Dijkstra 算法, 改变图的存储结构和搜索方法, 采用二叉排序树减少搜索临时结点, 减少了内存存储空间, 缩短了查询时间, 分析和实验表明该算法是有效的.

关键词: 物流配送; Dijkstra; 路径寻优; 二叉排序树

中图分类号: TP311.13

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)10-0032-04

The Design of Logistic Distribution System Based on Optimal Dijkstra Algorithm

DAI Lei^{1,2}, MA Xiao-ping², JIANG Dai-hong¹

(1 Department of Information and Electrical Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221008, China;

2 School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: This paper introduces the key technology of logistic distribution. The paper reveals the implementing process of real-time monitoring in logistic distribution system. Dijkstra algorithm is introduced for searching optimal route. Changing the storage structure of the graphics and the search method, Dijkstra algorithm is modified by using Binary Sort Tree through analyzing algorithm. The memory space needed is decreased and the search time is shortened. Analyses and results prove the validity of the proposed algorithm.

Key words: logistic distribution; Dijkstra; searching optimal route; binary sort tree

1 引言

移动 GIS 主要用于在移动过程中的地理信息查询和空间决策. 而物流作为物体在时间和空间上的位移, 对地理信息具有较大的依赖性, 具有空间尺度和空间特征, 同时要求移动过程中的及时监控和管理, 这种特征为移动 GIS 技术与物流管理技术的集成提供了基础^[1].

物流配送系统中存在大量空间信息需要处理, 把 GIS 和物流相结合, 利用 GIS 强大的空间分析和决策功能进行物流配送路径的规划和实现对配送车队实时控制指挥, 使配送成本最小化, 可大大提高物流配送的效率和企业的效益. 物流配送管理系统是

一个集运输管理、仓库管理以及配送运筹为一体的综合管理系统, 其中配送控制中心决定配送的路线、方式选择, 是整个系统的核心, 是优化配送的主要途径. 物流配送的关键技术主要有配送实时监控和配送最优路径选择. 本文主要就配送控制中心的关键技术实现进行分析讨论, 并对其中的最优路径选择算法进行优化改进.

2 物流配送的实时监控

GIS 物流配送系统主要有具有通信功能的 GPS 接收机、仓储控制中心、在途实时监控中心与配送控制中心组成. 实时监控的含义是指用户在任意时刻通过发出定位查询指令来获得运输工具所在的地理

收稿日期: 2011-04-22; 修回日期: 2011-06-25

基金项目: 江苏省高校自然科学基金研究项目(10KJD520008); 徐州市科技计划项目(XM08C012)

位置(经度、纬度、速度等信息)并在电子地图上显示出来。GPS 具有性能好、精度高、应用广的特点,是迄今最好的导航定位系统。GPS 实时监控工作主要包括接受数据和地图匹配^[2]。

(1)接受数据。由于 GPS 接收机每秒钟均有数据输出,产生的数据量大,特别是在移动设备存储空间有限的情况之下,冗余数据需要专门的判断和处理。如果读取 GPS 输出时间间隔比较长,每次读取的数据超过缓冲区的大小则丢弃,对已经读到了缓冲区的数据,可能存在多条有效报文,只需读取第一条有效报文,其余的报文数据丢弃。

根据 GPS 获取的数据,需要在地图上显示相应的轨迹,这时启用轨迹推算算法,步骤如下:

① 已知某点坐标为 (X_1, Y_1) ,并计算出该点的基本块号。

② 在数据库中查询该基本块中所包含的道路信息,根据点与线的求交公式找到目前所属的道路 $L(X_0, Y_0, X_1, Y_1)$,

③ 计算出上一个 GPS 点所处的道路中的段号,根据此段道路的趋势,推算出轨迹点。

(2)地图匹配。在本系统中, GPS 移动目标在电子地图上显示时,由于电子地图本身精确度不高、GPS 系统误差、GPS 接收机等的影响,导致移动目标在电子地图上显示时,不一定能保证路线符合真实的公路路线。另外,当电子地图缩放到较大的比例尺时,也会出现位置的偏移,因此有必要进行地图匹配,对移动目标的位置进行人为的校正。

地图匹配是一种基于软件技术的定位修正方法,其基本思想是将运动物体定位轨迹与数字地图中的道路网信息联系起来,并由此确定运动物体相对于地图的位置。地图匹配算法从原理上可以解释为三个过程:(a)误差区域的确定;(b)匹配道路的选择;(c)将当前 GPS 定位点投影到行驶的道路上。

3 基于优化 Dijkstra 算法的路径寻优

最优路径分析是 GIS 中最主要的一个基本功能,其中 Dijkstra^[3]算法由于算法稳定,适应网络拓扑,是最优路径规划中的一个经典算法。经典 Dijkstra 算法将网络结点分成 3 部分:未标记结点、临时标记结点和永久标记结点。网络中所有结点首先初

始化为未标记结点,在搜索过程中和最短路径中的结点相连通的结点为临时标记结点,每次循环都是从临时标记结点中搜索距源点路径长度最短的结点作为永久标记结点,直至找到目标结点或者所有的结点都成为永久标记结点来结束算法。

Dijkstra 算法采用带权的邻接矩阵存储图形数据,对于具有 n 个结点的一个图,采用 $n \times n$ 的邻接矩阵,当网络的结点数较大时,将占用大量的计算机内存。当网络的结点数很大而各顶点的邻接顶点数又不多的情况下,有大量的无效的 0 元素或 ∞ 元素。在此基础上进行运算,又将浪费大量运行时间。而且是一种以起点为中心,向外层层搜索的盲目搜索算法,计算源结点到图中其余结点最短路径的算法时间复杂度为 $O(n^2)$,计算时间和存储空间上的开销都是十分巨大的,必须进行优化。

许多基于 Dijkstra 的最短路径分析算法对此进行了改进^[4-8]。这些算法要么节省了存储空间却换来系统的响应速度变慢,要么搜索时间变短却占用大量的存储资源。文献[9-10]中的算法对算法本身和存储结构都进行了优化,但前者不太适合城市间道路的交通复杂情况,后者使用的存储结构十字链表过于复杂。为此,本文将对 Dijkstra 算法进行数据结构和运算方法的优化处理,应用于 GIS 路径分析,可同时提高时间与空间效率。

3.1 改进的网络拓扑结构

为了避免空间的浪费,本文的优化 Dijkstra 算法采用邻接结点的结构。该结构通过构造邻接矩阵和判断矩阵以实现拓扑数据的存储。邻接矩阵用来存储结点间的邻接关系,判断矩阵用来存储邻接矩阵中对应弧的权值。这样只需要 $2 \times n \times m$ 的空间, m 为最大相邻结点数,城市道路的相邻一般不超过 5 个,所以占用空间为 $2 \times n \times 5$ 。

(1)构造邻接矩阵。以结点为行,以相邻的结点为列,矩阵的行数为网络的实际结点数,列数为网络的最大相邻结点数 m 。邻接矩阵的行按结点号从小到大顺序排列,与结点 i 邻接的结点号写在矩阵的第 i 行,如果结点 i 的邻接结点数小于最大邻接结点数,则以 0 填充,直到填满矩阵。

(2)构造判断矩阵。对照邻接矩阵,用邻接矩阵里的各个元素邻接关系对应弧的权值填在同一位置上,不存在的弧值以 0 代替,就得到了相应的判断

的时间复杂度即为 $O(n\log n)$, 比起原来的 $O(n^2)$ 降低不少, 采用邻接结点存储法使得空间复杂度由原来的 $O(n^2)$ 降低到 $O(2 * n * 5)$ 即 $O(n)$, 总体上算法的优化取得了较好效果。

采用以下嵌入式系统环境对程序进行了测试, 操作系统为 Windows CE, CPU 为 Intel2.0 GHz, 内存为 1 GB, 开发工具为 C#. 实现对徐州市地图 Dijkstra 算法路径优化的仿真实验, 证明该算法计算最短路径是高效而稳定的. 图 3 是将优化 Dijkstra 算法应用于徐州市地图查询系统中的一个应用实例(小于 1 000 条弧段, 查询道路时间 $< 1/9$ s), 表 1 显示的是将算法应用于徐州市地图查询系统中得到的网络分析效率表。

表 1 网络分析效率表

边数	占用内存/kB		花费时间/s	
	改进后算法	传统算法	改进后算法	传统算法
5 000	< 100	< 300	< 0.2	< 2
10 000	< 200	< 600	< 0.8	< 3
20 000	< 400	$< 1\,200$	< 1	< 4
30 000	< 600	$< 1\,800$	< 1	< 4

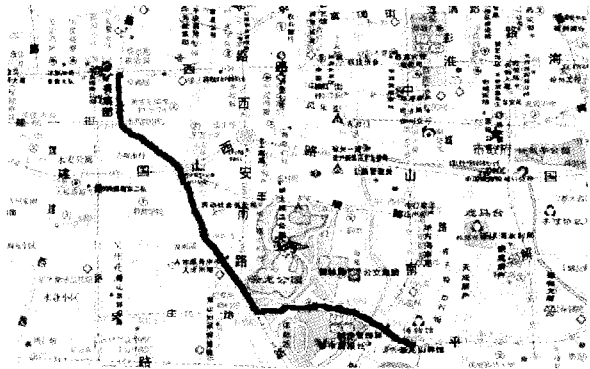


图 3 基于优化 Dijkstra 算法结果示图

对最短路径分析过程中搜索的临时结点进行排序, 减少了临时结点数量, 加快了搜索进程. 同传统 Dijkstra 算法相比, 有效降低了算法的时间复杂度和空间复杂度。

下一步有待研究的问题是将优化 Dijkstra 算法结合方向搜索优化, 进一步减少搜索范围, 同时需要结合实际, 更好完成道路通畅的权值设定, 进一步提高物流配送效率。

参考文献:

[1] 张飞舟, 晏磊. 基于 GPS/GIS/RS 集成技术的物流监控管理[J]. 系统工程, 2003(1): 49—55.

[2] 姜代红. 嵌入式移动系统 GIS 的引擎开发[J]. 微电子学与计算机, 2010, 27(8): 245—247.

[3] 严蔚敏. 数据结构[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.

[4] Zhan F B. Three fastest shortest path algorithms on real road networks[J]. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 1997, 1(1): 69—82.

[5] 徐立华. 求解最短路径问题的一个计算机算法[J]. 系统工程, 1989, 7(5): 46—51.

[6] 龚洁辉, 白玲, 高健美. 最短路径算法的改进及其实现方法[J]. 测绘学院学报, 1998, 15(2): 121—124.

[7] 陆锋, 卢冬梅, 崔伟宏. 基于四叉堆优先级队列及逆邻接表的改进型 Dijkstra 算法[J]. 中国图像图形学报, 1999, 4(12): 1039—1045.

[8] 乐阳, 龚健雅. Dijkstra 最短路径算法的一种高效率实现[J]. 武汉测绘科技大学学报, 1999(2): 6—10.

[9] 王开义, 赵春江. GIS 领域最短路径搜索问题的一种高效实现[J]. 中国图像图形学报, 2003(8): 951—956.

[10] 司连法, 王文静. 快速 Dijkstra 最短路径优化算法的实现[J]. 测绘通报, 2005(8): 51—61.

作者简介:

戴磊 男, (1973—), 博士研究生, 讲师. 研究方向为图形图像处理、移动计算.

马小平 男, (1961—), 教授. 研究方向为控制理论及应用、计算机技术及应用.

姜代红 女, (1969—), 博士研究生, 副教授. 研究方向为数据库技术、嵌入式技术.

5 结束语

本文针对 GIS 物流配送系统的关键技术进行阐述, 探讨了实时监控系统的实现, 提出了基于优化 Dijkstra 的路径寻优算法. 该算法使用二叉排序树